



⑬ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Gebrauchsmusterschrift**  
⑩ **DE 299 17 651 U 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 01 D 5/14**  
G 01 D 18/00  
G 01 R 31/02  
G 08 C 19/00

⑲ Aktenzeichen: 299 17 651.7  
⑳ Anmeldetag: 7. 10. 1999  
㉑ Eintragungstag: 9. 11. 2000  
㉒ Bekanntmachung  
im Patentblatt: 14. 12. 2000

**DE 299 17 651 U 1**

⑦ Inhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

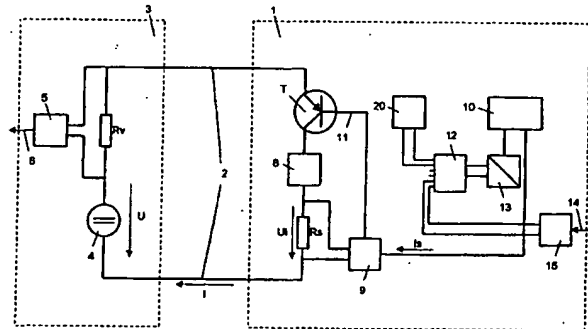
⑤⑥ Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GbmG:

DE 196 09 076 C1  
DE 195 36 573 C1  
DE 38 19 128 C2  
DE 197 52 279 A1  
DE 197 40 021 A1  
DE 691 29 189 T2  
EP 06 60 089 B1  
EP 08 83 097 A2

JP Patent Abstracts of Japan:  
0070272185 AA;  
0630061929 AA;

⑤④ Meßumformer sowie Prozeßleitsystem

⑤⑦ Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals (I) an zumindest eine Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, wobei Diagnosemittel (10, 12, 13, 20) vorgesehen sind zur Feststellung, ob der Meßumformer (1) gut arbeitet, ausgefallen ist oder einer Wartung bedarf, und wobei Mittel (9, 10, Rs, T) vorgesehen sind, um im "Gut"-Zustand ein den Meßwert darstellendes Stromsignal, bei Ausfall statisch ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal und bei Wartungsbedarf derart kurzzeitig ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal auszugeben, daß es von dem statischen Stromsignal, das bei Ausfall ausgegeben wird, unterscheidbar ist.



**DE 299 17 651 U 1**

## Beschreibung

## Meßumformer und Prozeßleitsystem

- 5 Die Erfindung betrifft einen Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert darstellenden Stromsignals an zumindest eine Zweidrahtleitung anschließbar ist, sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem.
- 10 In der NAMUR-Empfehlung NE 43 vom 18.01.1994 wird vorgeschlagen, zusätzlich zu den eigentlichen Meßwerten auch eine Ausfallinformation über eine analoge 4-20 mA-Schnittstelle eines Meßumformers zu übertragen. Zusätzliche Informationen
- 15 außerhalb der eigentlichen Meßinformation, z.B. zum Gerätestatus, sind durch den Einsatz von Mikroprozessoren bei Feldgeräten schon weit verbreitet. Bei den Mindestinformati-  
onsinhalten von Sensorsystemen in der prozeßnahen Technik wurde die Geräteausfallinformation als unverzichtbarer
- 20 Bestandteil der Statussignale eines Sensorsystems definiert. Die Verwendung der Ausfallinformation von digitalen Meßumformern mit analogem Ausgangssignal liefert für die Prozeß-  
leittechnik einen wesentlichen Vorteil: Fehler im Meßsystem werden durch die Ausfallinformation frühzeitig signalisiert,
- 25 so daß in weiterverarbeitenden Systemen die Auswirkungen mittels Ausfallstrategien begrenzt werden können. Die Ausfallinformation kann somit einen erheblichen Beitrag zur Fehlervermeidung liefern. Eine Ausfallinformation wird dann erzeugt, wenn die Meßinformation ungültig oder nicht mehr
- 30 vorhanden ist. Sie wird bei einer 4-20 mA-Schnittstelle als ein Stromsignal realisiert, das außerhalb des 4-20 mA-Bereichs liegt, der für die Darstellung der Meßwerte vorbehalten ist. Für Justierzwecke, beispielsweise um den Meßbereichsüberlauf sicher zu erkennen, und zur Übertragbarkeit
- 35 der Dynamik des Meßsignals wird der für Meßwerte zur Verfügung stehende Strombereich auf einen Bereich zwischen 3,8 mA und 20,5 mA erweitert. Ausgangsströme von Meßumformern

07.10.99

2

außerhalb dieser Grenzen dürfen nicht mehr als Meßwerte interpretiert werden. Damit verbleiben freie Strombereiche, die der Ausfallinformation zugewiesen werden können. Ein nicht oder nicht mehr vorhandenes Feldgerät, ein Leitungsbruch oder ein Wegfall der Hilfsenergie ergibt immer ein Stromsignal von 0 mA, das folglich in einem Prozeßleitsystem als Ausfallinformation zu interpretieren ist. Da Signale immer fehlerbehaftet sind, wurde ein Signalabstand von 0,2 mA festgelegt, so daß Stromsignale mit einer Stromstärke von weniger als 3,6 mA als Ausfallinformation bewertet werden. Zudem wurde der Bereich oberhalb von 21 mA als weiterer Strombereich für die Ausfallinformation festgelegt. Dies dient der Auswählbarkeit einer Möglichkeit in der Projektierung bzw. bei der Inbetriebnahme, um z.B. das geeignete „Fail-Safe“-Verhalten eines Regelkreises herzustellen. Auch kurzzeitige Einbrüche oder Übersteuerungen des Stromsignals über den Meßwerte darstellenden Bereich hinaus könnten fälschlicherweise als Ausfallinformation interpretiert werden. Um dies zu vermeiden wurde festgelegt, daß in einem Prozeßleitsystem, an welches der Meßumformer angeschlossen ist, die Ausfallinformation erst dann als solche erkannt werden soll, wenn sie mindestens 4 Sekunden und mindestens 2 Signalabtastzyklen angestanden ist. Der Geräteentwickler hat nun bei Vorliegen interner Fehler, z.B. „Sensorbruch“, durch steuernde Mittel im Feldgerät dafür zu sorgen, daß der Stromausgang auf einen dieser den Ausfall indizierenden Stromwerte gesteuert wird.

In dem NAMUR-Arbeitsblatt NA 64 vom 17.06.1996 wird die Übertragung weiterer Statusinformationen über zusätzliche Binärausgänge und Übertragung auf getrennten Adern empfohlen. Von Feldgeräten werden neben dem Meßwert drei weitere Informationen benötigt, die Aussagen über ihren Zustand liefern und geeignete Strategien von Anlagenfahrer, Prozeßleitsystem oder Instandhaltung einleiten können: „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“. Das „Ausfall-Signal“ wird sowohl über die Steuerung des Analogstromes auf eine der

DE 299 17 651 01

07.10.99

3

Ausfallwertdarstellungen übertragen, als auch als Binär-signal. Während das Analogsignal zur Verwendung in leittechnischen Anlagen beispielsweise zu einem Einzelregler oder an eine Ein- und Ausgabe-Schnittstelle eines Automatisierungssystems verdrahtet wird, werden die Binärsignale zu den Auswerteeinrichtungen zur Unterstützung des Servicetechnikers in der Instandhaltung geführt.

Die Information „Ausfall“ hat die Bedeutung, daß aufgrund einer Funktionsstörung in einem Feldgerät oder an seiner Peripherie das Meßsignal ungültig ist. Als Beispiele werden ein Fühlerbruch bei einem Temperaturmeßumformer, kein Echo für einen Radarabstandsmeßumformer, eine defekte Lampe in einem Photometer und ein Gasanalysator, der kein Meßgas bekommt, genannt. Als Strategie zur Behandlung eines Ausfalls kann ein Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand nehmen, Handanalysen veranlassen, das Prozeßleitsystem die Anlage abfahren oder die Instandhaltung wird vom Anlagenfahrer oder durch eine automatische Signalisierung verständigt.

Die Information „Wartungsbedarf“ bedeutet: Das Meßsignal ist zwar noch gültig, aber der sogenannte Abnutzungsvorrat wird demnächst erschöpft sein. Die in dem NAMUR-Arbeitsblatt 64 angeführten Beispiele sind ein schwaches Echo bei einem Radarabstandsmeßumformer, eine geringe Lampenintensität im Photometer und ein zur Neige gehendes Hilfsreagenz eines Analysators. Als Behandlungsstrategie wird die Instandhaltung vom Anlagenfahrer oder über eine automatische Signalisierung an die Instandhaltungszentrale verständigt.

Für die Information „Funktionskontrolle“ ist als Bedeutung angegeben, daß am Feldgerät gearbeitet wird, das Meßsignal daher vorübergehend ungültig ist. Ein Auslesen von Parametern aus einem digitalen Feldgerät, ein Behälterabgleich bei einem Radarabstandsmeßumformer, eine Kalibrierung eines Gasanalysators und eine Elektrodenreinigung an einem pH-Meßgerät sind

DE 299 17 651 01

07.10.99

4

als Beispiele dafür genannt. Als Strategie zur Fehlerbehandlung kann der Anlagenfahrer den betroffenen Regelkreis auf Hand nehmen, Handanalysen veranlassen oder das Prozeßleitsystem hält die Stellgröße für eine begrenzte Zeit konstant.

5

Mit Ausnahme einer Übertragung der Ausfallinformation über das 0/4-20 mA-Signal gemäß NAMUR-Empfehlung 43 existiert für die Informationen „Ausfall“, „Wartungsbedarf“ und „Funktionskontrolle“ je ein zusätzlicher Signalübertragungsweg zwischen  
10 Meßumformer und Prozeßleitsystem. Für die Übertragung dieser Informationen sind somit ein zusätzlicher Verkabelungsaufwand und weitere Schnittstellen im Prozeßleitsystem erforderlich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Meßumformer  
15 sowie ein dazu korrespondierendes Prozeßleitsystem zu schaffen, die es ermöglichen, über die eigentliche Meßwertübertragung hinausgehende, den Zustand des Meßumformers betreffende Informationen mit geringem Verdrahtungs- und Kommunikationsaufwand zu übertragen.

20

Die Erfindung hat den Vorteil, daß für die Übertragung der Informationen „Ausfall“ und „Wartungsbedarf“ keinerlei zusätzliche Signalleitungen sowie Binärausgänge und Binäreingänge auf der Seite des Meßumformers bzw. des Prozeß-  
25 leitsystems erforderlich sind. Damit wird sowohl der Verdrahtungsaufwand als auch der Hardware-Aufwand bei den beteiligten Geräten reduziert. Bezüglich der im NAMUR-Arbeitsblatt 64 erwähnten Information „Funktionskontrolle“ darf angenommen werden, daß eine Übertragung dieser Information  
30 prinzipiell nicht erforderlich ist, da ein Anlagenfahrer vor einer beabsichtigten Funktionskontrolle eines Feldgerätes durch den beteiligten Servicetechniker informiert werden muß und eine Funktionskontrolle nur vorgenommen wird, wenn die Herausnahme des Feldgerätes aus der Anlage zuvor vom  
35 Anlagenfahrer gestattet wurde. Der Anlagenfahrer benötigt also keine derartige Information vom Meßumformer, da er bereits ohnehin vom Servicetechniker informiert sein muß. Es

DE 299 17 551 01

07.10.99

5

ist daher völlig ausreichend, wenn ein Meßumformer im Falle einer Funktionskontrolle ein der Information „Ausfall“ entsprechendes Stromsignal ausgibt.

- 5 In vorteilhafter Weise kann bei Wartungsbedarf ein Stromsignal ausgegeben werden, das periodisch zwischen einem von einem Meßwert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt. Aufgrund der periodischen Wiederholung des von einem Meßwert unterscheidbaren Strom-
- 10 signals ist die Information „Wartungsbedarf“ von Störungen auf der Übertragungsleitung unterscheidbar und somit sicher detektierbar. Zudem steht der Meßwert weiterhin mit lediglich kurzen Unterbrechungen zur Verfügung.
- 15 Der bestehende 4-20 mA-Standard für analoge Meßumformerschnittstellen kann in einfacher Weise um eine Übertragung zusätzlicher Diagnoseinformationen erweitert werden, indem ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA
- 20 dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird. Bei „Ausfall“ bleibt das Stromsignal auf dem Ausfallpegel. Bei „Wartungsbedarf“ kehrt es nach z.B. 2 Sekunden wieder auf den Meßwert zurück und wiederholt nach einer zweckmäßig
- 25 festzulegenden Zeit diesen Vorgang.

Die Erfindung ist sowohl bei Meßumformern mit analogem 4-20 mA-Ausgang als auch bei Meßumformern mit einer Schnittstelle nach dem HART-Protokoll anwendbar. Auch andere Analog-

30 ausgänge könnten zweckmäßig definiert werden, für welche die Erfindung geeignet ist.

Anhand der Zeichnung, in der ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt ist, werden im folgenden die Erfindung

35 sowie Ausgestaltungen und Vorteile näher erläutert.

DE 299 17 651 U1

Ein Meßumformer 1 ist über eine Zweidrahtleitung 2 mit einem Prozeßleitsystem 3 verbunden. Zur Versorgung des Meßumformers 1 mit der zum Betrieb erforderlichen Energie ist im Prozeßleitsystem 3 eine Konstantspannungsquelle 4 vorgesehen, welche eine Spannung  $U$  erzeugt. In Reihe zur Konstantspannungsquelle 4 ist ein Widerstand  $R_v$  geschaltet, an welchem von einer Auswerteeinheit 5 eine Spannung abgegriffen wird, die aufgrund eines in der Zweidrahtleitung 2 fließenden Schleifenstroms  $I$  abfällt. Anhand der Größe dieser Spannung kann die Auswerteeinheit 5 unterscheiden, ob es sich bei dem durch den Meßumformer 1 ausgegebenen Strom um ein Stromsignal handelt, das einen Meßwert darstellt oder nicht. Mit Signalen 6 zeigt die Auswerteeinheit 5 das Ergebnis der Auswertungen an, in diesem Ausführungsbeispiel den durch das Stromsignal dargestellten Meßwert, die Information „Ausfall“ oder die Information „Wartungsbedarf“. Weitere Schaltungsteile, die beispielsweise zur Einleitung einer Fehlerbehandlungsstrategie, zur Kommunikation oder für eine weitere Verarbeitung der Meßumformersignale im Prozeßleitsystem 3 angeordnet sind, wurden der Übersichtlichkeit wegen nicht dargestellt.

Im Meßumformer 1 wird der Strom  $I$  über einen Transistor  $T$ , eine Schaltung 8 zur Generierung der Versorgungsspannung des Meßumformers 1 und einen Meßwiderstand  $R_s$  geführt. Durch Abgriff einer Spannung  $U_i$  am Meßwiderstand  $R_s$  wird der Strom  $I$  in der Zweidrahtleitung 2 erfaßt und als Istwert an eine Schaltung 9 zur Stromregelung gegeben. Die Schaltung 9 dient zur Einstellung des Stroms  $I$  auf einen Sollwert  $I_s$ , der von einem Mikroprozessor 10 vorgegeben wird. Ein Ausgangssignal 11 der Schaltung 9 ist zur Stromeinstellung auf den Basisanschluß des Transistors  $T$  geführt.

Ein Sensor 15 dient zur Wandlung einer durch den Meßumformer 1 zu erfassenden physikalischen Größe 14, beispielsweise eines Drucks, in ein elektrisches Spannungssignal, das über einen durch den Mikroprozessor 10 gesteuerten Multiplexer 12 auf einen A/D-Wandler 13 zur Digitalisierung des Meßwerts

07.10.99

7

geleitet werden kann. Im „Gut“-Zustand stellt der Mikro-  
prozessor 10 mit einem Analogausgang den Sollwert  $I_s$  für die  
Schaltung 9 derart ein, daß der Strom  $I$  in der Zweidraht-  
leitung 2 dem mit dem Sensor 15 erfaßten Wert der physika-  
5 lischen Größe 14 entspricht. Zur Darstellung des Meßwerts  
wird der 4-20 mA-Standard verwendet. Mit einem Temperatur-  
fühler 20, der ebenfalls auf einen Eingang des Multiplexers  
12 geführt ist, wird die Temperatur des Meßumformers 1  
erfaßt. Der Mikroprozessor 10 überwacht zur Selbstdiagnose  
10 die Temperatur auf Einhalten einer zulässigen Betriebstempe-  
ratur. Wird diese überschritten, so kann der Meßumformer 1  
den Meßwert der physikalischen Größe 14 nicht mehr mit  
ausreichender Genauigkeit ermitteln und fällt somit aus.  
Durch statisches Ausgeben eines von einem Meßwert unter-  
15 scheidbaren Stromsignals, hier durch das statische Ausgeben  
eines Stroms  $I$  von 22 mA, wird die Information „Ausfall“ an  
das Prozeßleitsystem 3 übertragen. Nach Absinken der Tempe-  
ratur in den zulässigen Bereich werden erneut Stromsignale  
ausgegeben, welche den aktuell erfaßten Meßwert darstellen.  
20 Hatte die Temperatur dagegen den zulässigen Bereich in erheb-  
lichem Maße überschritten, so daß mit bleibenden Schäden des  
Meßumformers 1 gerechnet werden muß, wird eine Wartung des  
Meßumformers 1 erforderlich. Die Information „Wartungsbedarf“  
wird vom Meßumformer 1 an das Prozeßleitsystem 3 über die  
25 Zweidrahtleitung 2 übertragen, indem der Meßumformer 1 ein  
Stromsignal  $I$  einstellt, das periodisch zwischen der Strom-  
stärke 22 mA und einem dem aktuellen Meßwert der physika-  
lischen Größe 14 entsprechenden Stromsignal wechselt. Dabei  
wird jeweils für eine Zeitdauer von einer Sekunde der Wert  
30 22 mA und für eine Zeitdauer von 59 Sekunden der aktuelle  
Meßwert als Stromsignal ausgegeben. Die Periodendauer beträgt  
somit 60 Sekunden.

Prinzipiell könnte durch Vorgabe verschiedener Zeitdauern für  
35 die Ausgabe des 22 mA-Signals und durch entsprechende Detek-  
tion mit der Auswerteeinheit 5 in dem Prozeßleitsystem 3  
zusätzlich beispielsweise die Information „Funktions-

DE 299 17 651 11



07.10.99

8

kontrolle" erzeugt und über dieselbe Zweidrahtleitung 2 übertragen werden. Wie bereits oben erläutert, ist eine Übertragung der Information „Funktionskontrolle“ jedoch nicht zwingend erforderlich. Es sind jedoch weitere Geräte- und  
5 Meßwert/Kennwert-Zustandsmeldungen vorstellbar, beispielsweise „Ausfall-Vorwarnung“, die zweckmäßigerweise übertragen werden könnten.

Die Abtastraten üblicherweise verwendeter Auswerteeinheiten  
10 betragen etwa 0,05 bis 0,2 Sekunden, so daß mehrere Abtastungen des Stromsignals während einer Zeitdauer von einer Sekunde erfolgen und somit eine Detektion des 22 mA-Stromsignals für die Übertragung der Information „Wartungsbedarf“ sichergestellt ist.

15

Nach erfolgter Durchführung der Wartungsarbeiten durch einen Servicetechniker kann das Programm des Mikroprozessors 10 wieder rückgesetzt werden, so daß der Meßumformer 1 bei Einhalten der zulässigen Betriebstemperatur erneut ein den aktuellen Meßwert darstellendes Stromsignal I ausgibt.  
20

DE 299 17 651 01

07.10.99

## Schutzansprüche

1. Meßumformer, der zur Versorgung mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen  
5 Meßwert darstellenden Stromsignals (I) an zumindest eine Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, wobei Diagnosemittel (10, 12, 13, 20) vorgesehen sind zur Feststellung, ob der Meßumformer (1) gut arbeitet, ausgefallen ist oder einer  
10 Wartung bedarf, und wobei Mittel (9, 10, Rs, T) vorgesehen sind, um im „Gut“-Zustand ein den Meßwert darstellendes Stromsignal, bei Ausfall statisch ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal und bei Wartungsbedarf derart  
kurzzeitig ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal auszugeben, daß es von dem statischen Stromsignal, das bei  
15 Ausfall ausgegeben wird, unterscheidbar ist.
2. Meßumformer nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß bei Wartungsbedarf ein Stromsignal  
ausgebbar ist, das periodisch zwischen einem von einem Meß-  
20 wert unterscheidbaren und einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal wechselt.
3. Meßumformer nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß ein Meßwert durch ein Strom-  
25 signal in einem Wertebereich zwischen 4 mA und 20 mA und ein von einem Meßwert unterscheidbares Stromsignal durch ein Stromsignal von weniger als 3,6 mA oder mehr als 21 mA dargestellt wird, das bei Ausfall länger als 4 Sekunden und bei  
Wartungsbedarf kürzer als 2 Sekunden ausgegeben wird.  
30
4. Prozeßleitsystem, an welches ein Meßumformer (1) zur  
Versorgung des Meßumformers (1) mit der zum Betrieb erforderlichen Energie und zur Übertragung eines einen Meßwert  
darstellenden Stromsignals an das Prozeßleitsystem (3) mit  
35 zumindest einer Zweidrahtleitung (2) anschließbar ist, mit einer Auswerteeinheit (5), die derart ausgebildet ist, daß sie

DE 299 17 851 U1

07.10.99

10

- bei einem einen Meßwert darstellenden Stromsignal einen „Gut“-Zustand,
- bei einem statischen, von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal einen Ausfall und
- 5 - bei einem von einem Meßwert unterscheidbaren Stromsignal, das derart kurzzeitig empfangen wird, daß es von dem statischen Stromsignal unterscheidbar ist, einen Wartungsbedarf des Meßumformers (1) anzeigt.

10

DE 299 17 651 01

